

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number :

2001-085075

(43)Date of publication of application :

30.03.2001

(51)Int.Cl.

H01M 14/00

H01L 31/04

(21)Application number : 11-257386

(71)Applicant : HITACHI MAXELL LTD

(22)Date of filing : 10.09.1999

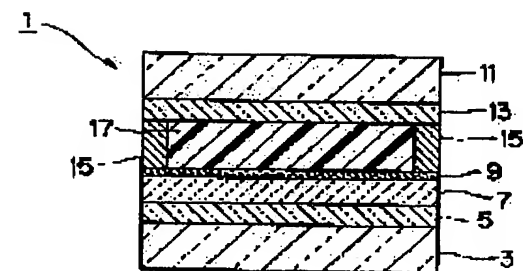
(72)Inventor : KOJIMA KATSUNORI  
SEKIGUCHI TAKASHI  
NISHIHARA SHOJI

## (54) PHOTOELECTRIC TRANSDUCER AND MANUFACTURE THEREFOR

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an element causing no liquid leakage and not reducing a photoelectric conversion characteristic by constituting an electrolyte layer arranged between a metallic oxide semiconductor layer of an electrode and a counter electrode out of a cross-linked gel-like polymer formed by polymerizing an electrolyte composed of a cross-linking substance, a solvent and an oxidation-reduction system constituting substance on the spot.

**SOLUTION:** In manufacturing this photoelectric transducer first of all, a cross-linking substance, for example, a multifunctional monomer not less than four functions, desirably, an oxidation-reduction system constituting substance is dissolved 4 to 10 wt.% in a



weight reference of a solvent in the solvent, and a polymerization initiator is added and uniformly mixed when necessary to prepared an electrolyte. Next, the electrolyte is injected into a space between a separator 15 of a structure and transparent electrode films 5, 13. Afterwards the cross-linking substance is polymerized by radiating the light, an electron beam or a radioactive ray from one side or both sides of transparent glass panes 3, 11 or heating the whole structure to polymerize the cross-linking substance to form a cross-linked gel-like polymer

electrolyte layer 17 on spot. The electrolyte and an electrode are excellently in close contact to solidify the electrolyte to prevent liquid leakage.

---

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-85075

(P2001-85075A)

(43)公開日 平成13年3月30日(2001.3.30)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 M 14/00

H 0 1 M 14/00

P 5 F 0 5 1

H 0 1 L 31/04

H 0 1 L 31/04

Z 5 H 0 3 2

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 6 頁)

(21)出願番号

特願平11-257386

(22)出願日

平成11年9月10日(1999.9.10)

(71)出願人 000005810

日立マクセル株式会社

大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号

(72)発明者 児島 克典

大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マ  
クセル株式会社内

(72)発明者 関口 隆史

大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マ  
クセル株式会社内

(74)代理人 100079555

弁理士 梶山 信是 (外1名)

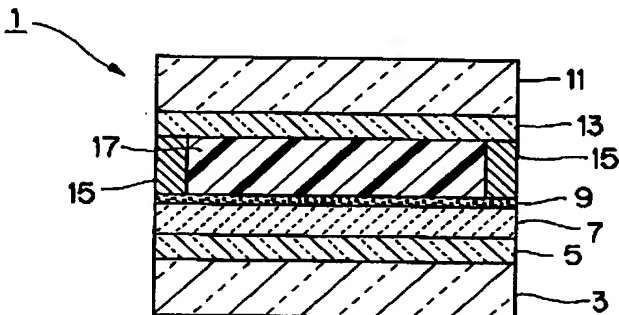
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光電変換素子及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】 液漏れせず、しかも、光電変換特性が低下しない光電変換素子を提供する。

【解決手段】 少なくとも、一方の面上に金属酸化物半導体層が被着された電極と、この電極の前記金属酸化物半導体層と対峙する対電極と、該電極の前記金属酸化物半導体層と対電極との間に配置された電解質層とを有する光電変換素子において、前記電解質層として、少なくとも、架橋性物質、溶媒及び酸化還元系構成物質からなる電解液をその場で重合させることにより生成された架橋ゲル状ポリマーを使用する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも、一方の面上に金属酸化物半導体層が被着された電極と、この電極の前記金属酸化物半導体層と対峙する対電極と、該電極の前記金属酸化物半導体層と対電極との間に配置された電解質層とを有する光電変換素子において、前記電解質層は、少なくとも、架橋性物質、溶媒及び酸化還元系構成物質からなる電解液をその場で重合させることにより生成された架橋ゲル状ポリマーからなることを特徴とする光電変換素子。

【請求項2】 前記架橋性物質は2以上の官能価を有する多官能性モノマー又はプレポリマーであることを特徴とする請求項1に記載の光電変換素子。

【請求項3】 前記酸化還元系構成物質の酸化体及び還元体が同一電荷を有することを特徴とする請求項1に記載の光電変換素子。

【請求項4】 前記電解液は架橋開始剤を更に含有することを特徴とする請求項1に記載の光電変換素子。

【請求項5】 前記金属酸化物半導体層は増感色素を有することを特徴とする請求項1に記載の光電変換素子。

【請求項6】 少なくとも、一方の面上に金属酸化物半導体層が被着された電極と、この電極の前記金属酸化物半導体層と対峙する対電極と、該電極の前記金属酸化物半導体層と対電極との間に配設された電解質層とを有する光電変換素子の製造方法において、前記金属酸化物半導体層を有する電極と対電極と、これらを分離させるセパレータとにより画成される空間内に、少なくとも、架橋性物質、溶媒及び酸化還元系構成物質からなる電解液を注入するステップと、前記空間内の電解液に含まれる前記架橋性物質を重合させ、その場で架橋ゲル状ポリマーからなる電解質層を生成させるステップと、からなることを特徴とする光電変換素子の製造方法。

【請求項7】 前記電解液を加熱するか、又は前記電解液に光、電子線又は放射線を照射することにより前記架橋性物質を重合させることを特徴とする請求項6に記載の光電変換素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は架橋ゲル状ポリマー電解質に関する。更に詳細には、本発明は架橋ゲル状ポリマー電解質を用いた光電変換素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】例えば、酸化チタン、酸化亜鉛などの金属酸化物半導体に、例えば、ルテニウム錯体、ポルフィリン誘導体などの色素を含浸させ、これらの間で行われる光電気化学反応を利用した光電変換素子が開発されている。このような光電変換素子は、例えば、光センサ、太陽電池などの光電変換材料や受光素子などに広く利用されている。

【0003】また、酸化物半導体の光電気化学反応を利用した光電変換素子として、光溶解しない酸化物半導体の多孔質膜に増感色素を吸着させた、従来の湿式太陽電池より光電変換効率の高い色素増感太陽電池が知られている（例えば、特開平1-220380号公報参照）。

【0004】しかし、特開平1-220380号公報に記載された方法には、電解液の液漏れや光照射に伴う熱による電解液の揮発などが原因となる光電変換効率の低下などの欠点が存在することが明らかとなった。

10 【0005】そこで、電解液の代替物として、酸化還元系を有するイオン伝導体（例えば、特開平7-288142号公報参照）や導電性高分子（例えば、K. Murakoshi et. al., Chem. Lett., 1997, pp.471-472参照）などを使用し、上記の問題点を解決する試みがいくつか知られている。しかしながら、これらの方法では、電解質が固体であるので、光電変換素子の電極と電解質間の界面抵抗が上昇する結果、内部抵抗が増加し、電解液を使用した場合よりも光電変換効率が減少するという新たな問題点が生じた。

20 【0006】

【発明が解決しようとする課題】従って、本発明の目的は、液漏れせず、しかも、光電変換特性が低下しない光電変換素子を提供することである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】前記課題は、少なくとも、一方の面上に金属酸化物半導体層が被着された電極と、この電極の前記金属酸化物半導体層と対峙する対電極と、該電極の前記金属酸化物半導体層と対電極との間に配置された電解質層とを有する光電変換素子において、前記電解質層として、少なくとも、架橋性物質、溶媒及び酸化還元系構成物質からなる電解液をその場で重合させることにより生成された架橋ゲル状ポリマーを使用することにより解決される。前記架橋ゲル状ポリマー電解質を用いた光電変換素子は、液漏れを起こさず、しかも、使用中に光電変換特性が低下せず、一定に維持される。

## 【0008】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の光電変換素子1の構成の一例を示す概要断面図である。本発明の光電変換素子1において、透明ガラス板3の一方の面には透明電極膜5が被着されており、この透明電極5には酸化チタンなどの金属酸化物半導体層7が被着されている。この酸化物層7は、増感色素層9を担持している。金属酸化物としては、チタンの他に、スズ、ジルコニウム、ハフニウム、ストロンチウム、亜鉛、インジウム、イットリウム、ランタン、バナジウム、ニオブ、タンタル、クロム、モリブデン、タングステン、鉄、ニッケル、銀などの酸化物類を使用できる。また、SrTiO<sub>3</sub>、CaTiO<sub>3</sub>などのペロブスカイト類、前記金属類のペロブスカイト類、前記金属類の2種類以上の複合酸化物類又は酸化物

混合物類などを使用することもできる。酸化層 7 の厚さは特に限定されない。光電変換素子で常用の厚さであればよい。一般的に、酸化層 7 の厚さは  $0.1 \mu\text{m} \sim 50 \mu\text{m}$  の範囲内である。酸化層 7 の厚さが  $0.1 \mu\text{m}$  未満の場合には、十分な光電変換効果が得られない可能性がある。一方、厚さが  $50 \mu\text{m}$  超の場合には、可視光及び近赤外光に対する透過性が著しく悪化するなどの不都合が生じるので好ましくない。

【0009】金属酸化物半導体層 7 に担持される増感色素層 9 を構成する増感色素としては、従来の色素増感性光電変換素子で常用の色素であれば全て使用できる。このような色素は当業者に公知である。このような増感色素は例えば、 $\text{RuL}_2(\text{H}_2\text{O})_2$  タイプのルテニウム-シス-ジアクア-ビピリジル錯体又はルテニウム-トリス ( $\text{RuL}_3$ )、ルテニウム-ビス ( $\text{RuL}_2$ )、オスニウム-トリス ( $\text{OsL}_3$ )、オスニウム-ビス ( $\text{OsL}_2$ ) タイプの遷移金属錯体若しくは、金属又は非金属のフタロシアニン又はポルフィリンなどである。具体例としては例えば、シス-ジ (チオシアノ) -N, N-ビス (2, 2'-ビピリジル-4, 4'-ジカルボキシレート) ルテニウム (II) 錯体、ルテニウム-トリス (2, 2'-ビスピリジル-4, 4'-ジカルボキシレート)、ルテニウム-シス-ジアクア-ビス (2, 2'-ビスピリジル-4, 4'-ジカルボキシレート)、亜鉛-テトラ (4-カルボキシフェニル) ポルフィリン、鉄-ヘキサシアニド錯体、フタロシアニンなどが挙げられる。金属酸化物半導体層 7 に担持される増感色素層 9 の担持量は特に限定されない。一般的に、金属酸化物半導体層  $1 \text{ cm}^2$  当たり、 $0.5 \mu\text{g} \sim 400 \mu\text{g}$  の範囲内であることが好ましい。増感色素層の担持量が  $0.5 \mu\text{g} / \text{cm}^2$  未満の場合、光電変換素子への入射光を十分に利用することができないので好ましくない。一方、増感色素層の担持量が  $400 \mu\text{g} / \text{cm}^2$  超の場合、全ての増感色素が金属酸化物半導体層の表面に担持できなくなる。なお、図 1 では、説明のために増感色素層 9 が金属酸化物半導体層 7 の上面に図示されているが、増感色素は金属酸化物半導体層 7 の孔内に取り込まれ、実際には、別個の層として存在しないこともある。

【0010】本発明の光電変換素子 1 では、透明ガラス板 3 に対峙して、別の透明ガラス板 11 を有する。この透明ガラス板 11 の一方の面には透明電極膜 13 が被着されている。この透明電極膜 13 には白金又は金などの良導電性金属 (図示されていない) がスパッタ蒸着され、対電極を構成する。

【0011】透明電極膜 13 と金属酸化物半導体層 7 との間にセパレータ 15 を間挿し、閉鎖空間を画成する。この閉鎖空間内には、その場で生成された、本発明による架橋ゲル状ポリマー電解質層 17 が存在する。セパレータ 15 の厚さ、すなわち、架橋ゲル状ポリマー電解質層 17 の厚さは特に限定されない。一般的に、 $1 \mu\text{m} \sim$

$100 \mu\text{m}$  の範囲内であることが好ましい。架橋ゲル状ポリマー電解質層 17 の厚さが  $1 \mu\text{m}$  未満の場合、架橋反応が電解質層で一様に起こらず、部分的に架橋されない領域が残り、液漏れを起こす恐れがある。一方、架橋ゲル状ポリマー電解質層 17 の厚さが  $100 \mu\text{m}$  超の場合、金属酸化物半導体層 7 と対電極の透明電極膜 13 の間の距離が大きくなり、光電変換素子の内部抵抗が上昇して、出力特性が悪化するので好ましくない。

【0012】本発明によれば、光電変換素子を構成する金属酸化物半導体を有する電極、対電極およびセパレータにより画成される空間内に、少なくとも、架橋性物質、溶媒および酸化還元系を構成する物質を含有する電解液を充填し、電極表面に電解液を含浸させた後、該架橋性物質を架橋重合させることによりゲル化させて、架橋ゲル状ポリマー電解質層をその場で形成させる。すなわち、電解液が電極に十分に浸透した後、架橋性物質を架橋ゲル化させるので、電解液と電極とのなじみがよく、内部抵抗が低減する効果が得られる。また、電解液が架橋ゲル化され、固化するので、液漏れは起こらない。

【0013】前記のように、本発明における光電変換素子は、酸化層半導体を有する透明電極とその対電極、両極を分離するセパレータ、及びその場で生成された架橋ゲル状ポリマー電解質層から構成される。酸化層半導体を有する透明電極に、酸化層半導体のバンドギャップ以上のエネルギーを持つ光を照射すると、励起電子が対電極に流れ、対電極表面で電解質が還元させる。一方、光励起で発生した正孔は電解質から電子を受け取り、電解質を酸化させる。すなわち、光を定常的に酸化層半導体に照射することで、光電変換素子は光エネルギーを電気エネルギーに変換することができる。光電変換素子に用いる酸化層半導体は光溶解しないように、バンドギャップの大きい酸化チタン、酸化スズや酸化亜鉛などを用いるのが好ましい。さらに、増感色素を酸化層半導体に担持させて、より光電変換効率の高い光電変換素子を得ることができる。特に、酸化層半導体に酸化チタンを、増感色素にビピリジール-ジカルボン酸のルテニウム錯体を用いることが好ましい。

【0014】本発明で利用できる架橋性物質としては、加熱、紫外線照射、電子線照射又は放射線照射などにより重合可能なモノマー及びプレポリマーなどが挙げられる。紫外線又は電子線の照射により架橋重合可能な架橋性物質の例として、二重結合を一分子当たり 2 個以上含有する多官能架橋性モノマー又はプレポリマーが特に好ましい。

【0015】2 官能基化合物に 3 官能性モノマーを加え、これらの化合物間で重縮合反応を起こさせると、立体的な枝分かれ構造のポリマーが得られる。反応が進むとともに重合度は無限大になり、これ以上はもはや反応が進まない点をゲル化点という。三次元構造のポリマー

は溶媒に溶けないし、加熱しても柔らかくならないという特性を有する。ゲル化は2官能基どうしの重縮合では起こり難いが、3官能基が入ると容易に起こる。ゲル化では1分子当たりの官能基の数が問題になる。例えば、m官能基とn官能基との反応における官能性度(f)は次式(1)で定義される。

$$f = 2mn / (m + n)$$

従って、前記の式(1)によれば、2, 2及び2, 3官能基反応のfは、それぞれ2及び2.4となり、f=2以上のときにゲル化が起こる。

【0016】本発明で使用する二官能架橋性モノマーとしては、例えば、1, 3-ブタンジオールジアクリレート、1, 6-ヘキサンジオールジアクリレート、ジエチレングリコールジアクリレート、ポリエチレングリコールジアクリレート、トリプロピレングリコールジアクリレート、エトキシ化ビスフェノールAジアクリレートなどの二官能アクリレートおよび上記アクリレートと同様の二官能メタクリレートなどが挙げられる。

【0017】また、本発明で使用する三官能架橋性モノマーとしては、例えば、トリス(2-ヒドロキシエチル)イソシアヌレートトリアクリレート、トリメチロールプロパントリアクリレート、エトキシ化トリメチロールプロパントリアクリレート、プロポキシ化グリセリルトリアクリレートなどの三官能アクリレートおよび上記アクリレートと同様の三官能メタクリレートなどが挙げられる。

【0018】更に、本発明において使用できる四官能以上の架橋性モノマーとしては、例えば、ペンタエリスリトールエトキシテトラアクリレート、ジペンタエリスリトールヒドロキシペンタアクリレート、ジペンタエリスリトールヘキサアクリレートなどの四官能以上のアクリレートおよび上記のアクリレートと同様の四官能メタクリレートなどが挙げられる。

【0019】本発明で使用する二官能以上、好ましくは四官能以上有する多官能性プレポリマーとしては、例えば、ウレタンアクリレート、エポキシアクリレート、ポリエステルアクリレートのプレポリマーなどが挙げられる。

【0020】前記のように本発明においてモノマーをゲル化させるには、二官能性以上のモノマーを混合して使用しなければならない。特に、二官能性モノマーに三官能性以上の官能性を有するモノマーを混合して使用することが好ましい。例えば、二官能モノマーと六官能モノマーを混合して使用することができる。また、ゲルの硬さなどの物性調整のために、必要に応じて、一官能モノマーなどを適量併用することもできる。

【0021】また、必要ならば、多官能架橋性モノマーの重合開始剤(架橋開始剤)として、例えば、ベンゾイル類、ベンゾイルアルキルエーテル類、ベンゾフェノン類、ベンゾイルフェニルフォスフィンオキサイド類、ア

セトフェノン類、チオキサントン類、アントラキノン類などを使用することができる。特に、モノマーに溶解する重合開始剤が好ましい。

【0022】本発明の光電変換素子は常用の酸化還元系構成物質を含有している。この明細書における、酸化還元系構成物質とは、酸化還元反応において、可逆的に酸化体及び還元体の形で存在する一対の物質を意味する。このような酸化還元系構成物質自体は当業者に公知である。

10 【0023】本発明で使用する酸化還元系構成物質は例えば、塩化物イオン-塩素、ヨウ化物イオン-ヨウ素、臭化物イオン-臭素、タリウムイオン(III)-タリウムイオン(I)、水銀イオン(II)-水銀イオン(I)、ルテニウムイオン(III)-ルテニウムイオン(II)、銅イオン(II)-銅イオン(I)、鉄イオン(III)-鉄イオン(II)、バナジウムイオン(III)-バナジウムイオン(II)、マンガン酸イオン-過マンガン酸イオン、フェリシアン化物-フェロシアン化物、キノン-ヒドロキノン、フマル酸-コハク酸などが挙げられる。言うまでもなく、その他の酸化還元系構成物質も使用できる。

【0024】本発明では、架橋性物質及び酸化還元系構成物質を溶解させるために溶媒を使用する。溶媒としては水性溶媒及び有機溶媒の何れも使用できる。酸化還元系構成物質がより安定するため、有機溶媒が好ましい。例えば、ジメチルカーボネート、ジエチルカーボネート、メチルエチルカーボネート、プロピオン酸メチル、エチレンカーボネート、プロピレンカーボネート、ブチレンカーボネート、ガンマーブチロラクトン、エチレングリコールサルファイト、1, 2-ジメトキシエタン、1, 3-ジオキソシラン、テトラヒドロフラン、2-メチル-テトラヒドロフラン、ジエチルエーテルなどが挙げられる。これらはそれぞれ単独で用いることもできるし、また、2種類以上を混合して併用することもできる。さらに、アミン系、イミド系またはニトリル系溶媒や、含イオウ系または含フッ素系有機溶媒なども用いることができる。

【0025】本発明の光電変換素子を製造する場合、先ず、溶媒に架橋性物質(すなわち、モノマー)と酸化還元系構成物質を溶解させ、電解液を調製する。溶媒に溶解させる架橋性物質の量は特に限定されないが、例えば、4官能以上の多官能モノマーの量は、溶媒の重量を基準にして、4重量%~10重量%の範囲内であることが好ましい。4官能以上の多官能モノマーの量が4重量%未満では、架橋ゲル状ポリマー電解質の強度が十分に得られないなどの不都合が生じるので好ましくない。一方、4官能以上の多官能モノマーの量が10重量%超では、光電変換素子の出力特性が低下するなどの不都合が生じるので好ましくない。

【0026】溶媒に架橋性物質及び酸化還元系構成物質を溶解させることにより得られた溶液には、必要に応じ

て、重合開始剤などの添加剤を更に加え、これらを均一に混合して電解液を調製する。

【0027】電解液が調製されたら、図1に示される構造体のセパレータ15と、電極5及び対電極13とにより画成される空間内に、電解液を注入する。この注入は毛細管現象を利用することにより簡単に実施できるが、注射器などを用いて注入することもできる。電解液を注入した後、透明ガラス板3及び11の片側又は両側から、光、電子線又は放射線などを照射するか、又は構造体全体を加熱することにより、架橋性物質を重合させ、架橋ゲル状ポリマー電解質層17をその場で形成させる。このような重合条件は当業者により容易に決定することができる。

#### 【0028】

【実施例】以下、実施例により本発明の構成及び効果を例証する。

#### 【0029】実施例1

##### (1) 六官能架橋性モノマー含有電解液の調製

エチレンカーボネートとアセトニトリルとの体積比8:2の混合溶液にヨウ素0.04mol/lとヨウ化テトラプロピルアンモニウム0.5mol/lを溶解させた電解液を調製し、該電解液に六官能のジペンタエリスリトールヘキサアクリレートを10重量%と、重合開始剤として2,4,6-トリメチルベンゾイルジフェニルフォスフィンオキサイド〔ルシリンTPO(商品名)、ビーエーエスエフジャパン(株)製〕を2重量%を添加した。

##### 【0030】(2) 光電変換素子の作製

酸化チタンを塗布した透明電極付きガラス(50mm×50mm)に、増感色素としてシス-ジ(チオシアノ)-N,N'-ビス(2,2'-ビピリジル)-4,4'-ジカルボキシレート)ルテニウム(II)錯体を1cm<sup>2</sup>当たり50μg担持させた電極を作製した。また、透明電極付きガラス(50mm×50mm)に白金をスパッタしてこれを対電極とした。これら2つの電極で、酸化チタン側と白金側が向き合うようにして厚さ100μmのセパレータをはさみ、前記(1)で調製したモノマー含有

電解液を毛細管現象により電極間に注入させ、これらの電極表面に含浸させた。続いて、照度60mW/cm<sup>2</sup>

(トプコン製UVチェッカーUVR-T35による測定値)の紫外線ランプで30秒間照射し、モノマー含有電解液を重合させて、本発明のゲル状ポリマー電解質を作製した。周囲を封止し、各電極から端子を引き出して、本発明の光電変換素子を作製した。

【0031】前記2で作製した光電変換素子に45mW/cm<sup>2</sup>のキセノンランプ光を照射し(照射面積12cm<sup>2</sup>)、光電流-電圧特性を測定した。また、前記2で作製した光電変換素子に、電極面の法線方向に沿って電極面に均一に0.5kg/cm<sup>2</sup>の圧力を室温で一週間かける電解質保持試験を行った。

#### 【0032】比較例1

実施例1の1で六官能架橋性モノマーと重合開始剤を除いた電解液を調製後、実施例1の(2)と同様に光電変換素子を作製し、光電流-電圧特性の測定と電解質保持試験を行った。

#### 【0033】比較例2

実施例1の(1)で調製されたモノマー含有電解液を別の透明容器に入れ、照度60mW/cm<sup>2</sup>(トプコン製UVチェッカーUVR-T35による測定値)の紫外線ランプで30秒間照射し、モノマー含有電解液を重合させて、ゲル状ポリマー電解質を作製した。このゲル状ポリマー電解質を実施例1の(2)における一方の電極面に塗布し、厚さ100μmのセパレータをはさみ、ゲル状ポリマー電解質層の上面に別の電極面を被せることにより光電変換素子を作製した。その後、実施例1と同様に、光電流-電圧特性の測定と電解質保持試験を行った。

【0034】下記の表1に、実施例1、比較例1及び比較例2の各光電変換素子の、光電流-電圧特性測定結果と、電解質保持試験結果を要約して示す。

#### 【0035】

##### 【表1】

	電解質 の状態	開放端電 圧(V)	短絡電流密 度(mA/cm <sup>2</sup> )	形状因子	光電変換 効率(%)	電解液保 持試験
実施例1	ゲル状	0.73	2.5	0.34	1.4	漏液なし
比較例1	液体	0.77	3.3	0.32	1.8	漏液あり
比較例2	ゲル状	0.65	0.4	0.20	0.1	漏液なし

(注) 前記表1における「形状因子」は、次の式により求められる。

形状因子=光電変換素子の最大出力(mV/cm<sup>2</sup>)/開放端電圧(V)×短絡電流密度(mA/cm<sup>2</sup>)

【0036】表1に示す結果から明らかなように、本発明のゲル状ポリマー電解質を用いた光電変換素子は電解液の液漏れがなく、電解質が溶液の場合と同等の光電変換特性が得られた。一方、比較例2の光電変換素子は、電解液の液漏れの無い点では本発明の光電変換素子に匹敵するが、増感色素を担持させた金属酸化半導体層と

ゲル状ポリマー電解質層との接触が不十分で、光電変換素子の内部抵抗が上昇し、内部抵抗と相関性のある形状因子が出力特性で劣化した点で、本発明の光電変換素子よりも劣っている。従って、これらの結果から、ゲル状ポリマー電解質層をその場で生成させると優れた特性及び効果を有する光電変換素子が得られることが理解でき

る。

【0037】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、その場で生成されたゲル状ポリマー電解質を用いることで、電解液の液漏れを防ぎ、光電変換特性の安定した光電変換素子を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

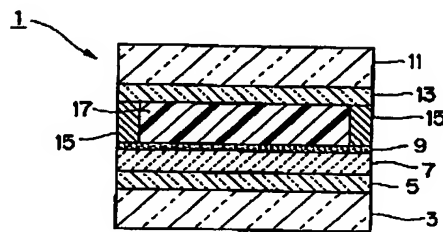
【図1】図1は、本発明による光電変換素子の構成の一例を示す概要断面図である。

【符号の説明】

- 1 本発明の光電変換素子
- 3 透明ガラス板
- 5 透明電極膜
- 7 金属酸化物半導体層
- 9 増感色素層
- 11 透明ガラス板
- 12 透明電極膜
- 15 セパレータ
- 17 架橋ゲル状ポリマー電解質層

10

【図1】



フロントページの続き

(72)発明者 西原 昭二  
大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マ  
クセル株式会社内

Fターム(参考) 5F051 AA14  
5H032 AA06 AS16 BB07 EE16 HH05